

УДК 621.791

В. П. Сидоров, М. А. Абрамова

Тольяттинский государственный университет,

г. Тольятти

О РОЛИ НАГРЕВА ВЫЛЕТА В ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАСПЛАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОДА ПРИ СВАРКЕ В CO_2

Приводится анализ данных по изменению скоростей расплавления и напряжения при сварке в CO_2 при изменении вылета электрода. Определены зависимости среднего сопротивления единичной длины вылета, приращения коэффициента расплавления и напряжения дуги от диаметра электродной проволоки. Получены соответствующие аппроксимирующие зависимости. Установлено среднее значение коэффициента расплавления в дуге обратной полярности при нулевом вылете.

Ключевые слова: сварка в CO_2 , сопротивление вылета, коэффициент расплавления, аппроксимация.

V. P. Sidorov, M. A. Abramova

HEATING ON THE ROLE OF DEPARTURE OF PRODUCTIVITY MELTED ELECTRODE DURING WELDING IN CO_2

The analysis of data on change of speeds of fusion and tension when welding is provided in CO_2 at change of a departure of an electrode. Dependences of average resistance of single length of a departure, an increment of coefficient of fusion and tension of an arch on diameter of an electrode wire are defined. The corresponding approximating dependences are received. Average value of coefficient of fusion in an arch of the return polarity at a zero departure is established.

Keywords: Welding in CO_2 , the resistance of departure, fusion coefficient, approximation.

В работе [1] показано, что для расчета провара при механизированной сварке плавящимся электродом необходимо учитывать различное влияние на провар мощностей приэлектродной области дуги и электродного металла. В мощности, переносимой жидким электродным металлом к изделию, определенную долю занимает мощность, выделенная в вылете электрода. Однако вклад этой мощности в производительность расплавления электрода изучен недостаточно.

В данном докладе анализировались параметры сварки в CO_2 , приведенные в работе [2]. Это одна из немногих работ, в которых наряду с параметрами процесса приводятся данные о вылете электрода. В работе [2] сведения о производительности расплавления электродной проволоки приведены в виде скорости ее расплавления. Более удобно представлять производительность расплавления через коэффициент расплавления. Исходные данные для анализа приведены в табл. 1.

Таблица 1

Данные параметров сварки в CO_2 и коэффициенты расплавления

Диаметр электрода – 1 мм					
I_d , А	J , А/мм ²	Вылет, мм	U_c , В	α_{\min} , г/(А·ч)	α_{\max} , г/(А·ч)
250	318	7–15	28–34	12,0	20,8
300	382	10–15	32–36	16,9	23,1
350	446	10–15	34–40	18,4	25,4
Диаметр электрода – 1,2 мм					
300	265	10–22	31–36	13,2	23,2
350	310	10–22	33–40	14,9	25,2
400	354	14–22	36–42	19,8	26,5
450	398	14–22	39–45	21,0	28,4
500	442	14–22	40–49	21,9	30,0
Диаметр электрода – 1,4 мм					
400	260	14–30	35–42	15,3	27,0
450	292	14–30	37–45	16,3	28,0
500	325	14–30	38–49	17,3	29,8
550	357	20–30	43–51	22,9	31,2
600	390	20–30	45–54	24,0	32,6
Диаметр электрода – 1,6 мм					
500	249	18–38	38–49	17,2	30,7
550	274	18–38	42–51	18,2	31,3
600	299	18–38	43–54	19,1	32,7
800	398	18–25	52–58	22,5	28,1

Методика анализа

Естественно предположить, что для каждого значения тока в табл. 1 причиной изменения напряжения дуги и производительности расплавления является изменение вылета электрода. Рассчитывали среднее сопротивление миллиметра длины вылета, приходящееся на 1 А, по формуле

$$R_l = (U_{\max} - U_{\min}) / (\Delta L_B I_d),$$

где U_{\max} и U_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значения напряжения дуги, В; ΔL_B – приращение длины вылета в мм; I_d – ток дуги, А.

Полное падение напряжения в вылете:

$$U_B = R_l \cdot L_B.$$

Падение напряжения в дуге:

$$U_d = U_c - U_B,$$

где U_c – полное напряжение сварки, включая напряжение в вылете, В; U_d – напряжение дуги, В.

Результаты анализа и их обсуждение

Результаты расчета R_l и U_d приведены в табл. 2.

Таблица 2

Значения удельного сопротивления вылета и напряжения дуги

I_d , А	U_B , В	$R_l \cdot 10^4$, Ом/мм	U_d , В
Диаметр электрода – 1 мм			
250	5, 2–11,2	30	22,8
300	8–12	27	24
350	12–18	34	22
Диаметр электрода – 1,2 мм			
300	3,2–8,2	15	27,8
350	5,8–12,8	17	27,2
400	10,5–16,5	19	25,5
450	11,5–17,5	17	28,5
500	15,7–24,7	23	24,3
Диаметр электрода – 1,4 мм			
400	6,1–13,1	11	28,9
450	7–15	11	30
500	9,6–20,6	14	28,4
550	16–24	15	27
600	18–27	15	27
Диаметр электрода – 1,6 мм			
500	9,9–20,9	11	28,1
550	8,1–17,1	8	33,9
600	9,9–20,9	9	33,1
800	15,4–21,4	11	36,6

Из данных табл. 2 видно, что разброс значений сопротивления и напряжения дуги для каждого диаметра электрода носит случайный характер, поэтому рассчитывались средние значения. Зависимость средних значений сопротивления от диаметра электрода аппроксимировалась степенной функцией вида

$$R_1 = A \cdot D^n. \quad (1)$$

Коэффициенты A , n формулы (1) определялись с помощью компьютерной программы, приведенной в работе [3]. В результате получили (с точностью до второго знака) $A = 29,32$; $n = -2,34$. Сравнение расчетных данных с опытными приведено на рис. 1.

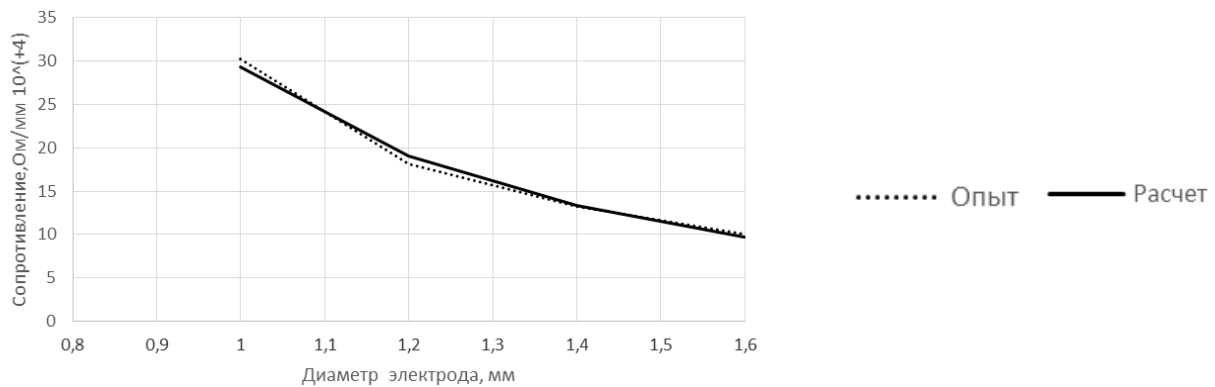


Рис. 1. Сравнение опытных значений с аппроксимирующими для R_1

Наибольшее отклонение для диаметра 1,2 мм не превышает 5 %.

Аналогичным образом выполнялась аппроксимация средних значений напряжения на дуге, но для линейной функции вида

$$U_d = B_0 + B_1 \cdot D_э. \quad (2)$$

Получили значения коэффициентов: $B_0 = 7,16$ В, $B_1 = 15,8$ В/мм.

Сравнение расчетных и опытных данных приведено на рис. 2.

Падение напряжения в вылете по формуле (1) сравнивали с опытными данными из работы [4], в которой исходные данные были следующими: $D_э = 2$ мм, $L_B = 15,4$ мм, $I_d = 340$ А.

В результате получили расчетом $R_1 = 5,8 \cdot 10^{-4}$ Ом/мм, $U_B = 3,02$ В. По данным [4] $U_B = 0,8$ В.

Падение напряжения в вылете в работе [4] производилось по видоизмененной формуле, предложенной Б. Е. Патоном, которая приводится в

первоначальном виде в работе [5]. Эта формула, по-видимому, не учитывает теплотдачу с поверхности проволоки.

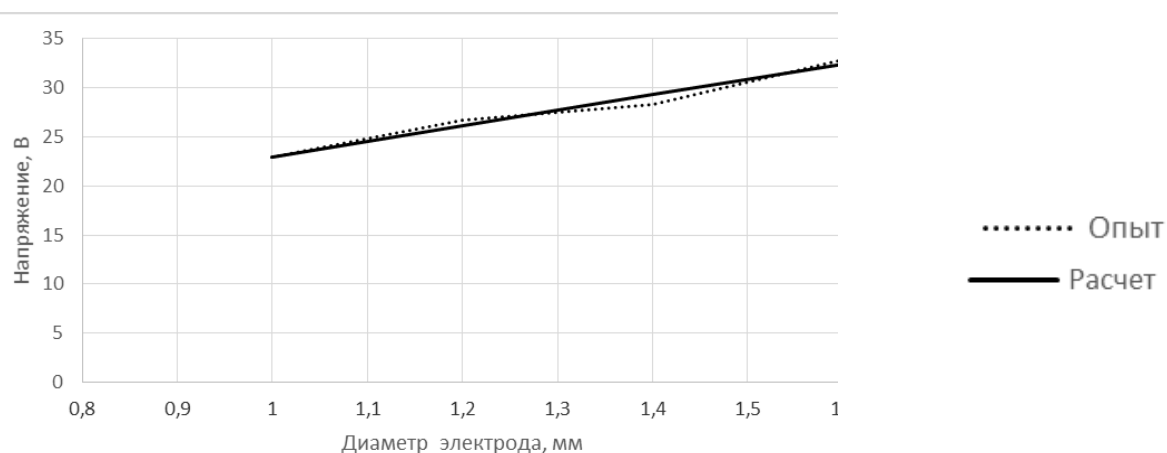


Рис.2. Сравнение опытных значений с аппроксимирующими для U_d

Соответственно в работе [4] для дуги обратной полярности получено значение приэлектродного вольтова эквивалента анодной области дуги, которое для тока дуги 340 А составило $U_3 = 6,95$ Вт/А. Это значение также на 2 Вт/А больше оценки, полученной для дуги обратной полярности в работе [6].

Выводы

1. Разработана методика анализа данных по скорости расплавления электродной проволоки при сварке в защитных газах, позволяющая определить среднее сопротивление вылета, напряжение дуги и коэффициент расплавления при нулевом вылете.

2. Падение напряжения в вылете составляет весьма значительную долю в полном напряжении сварки, оказывая определяющее влияние на производительность расплавления электрода.

3. Согласно экспериментальным данным по скоростям расплавления электродов различных диаметров при сварке в CO_2 , среднее сопротивление единичной длины вылета слабо зависит от плотности тока, но существенно зависит от диаметра электрода.

4. Полученная аппроксимирующая степенная зависимость хорошо описывает опытные данные по влиянию диаметра электрода на сопротивление единичной длины вылета.

5. Среднее значение напряжения дуги при нулевом вылете слабо зависит от плотности тока для заданного диаметра электрода, но существенно возрастает с увеличением диаметра электрода.

6. Полученная аппроксимирующая линейная зависимость хорошо описывает опытные данные по влиянию диаметра электрода на напряжение дуги при нулевом вылете.

Список литературы

1. Сидоров В. П. Влияние рода и полярности тока на плавление основного и электродного металла при сварке под флюсом // Сварка и диагностика. – 1913. – № 3. – С. 20–23.
2. Оборудование для дуговой сварки : справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Л. : Энергоатомиздат, 1986. – 656 с.
3. Дьяконов В. П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ. – М. : Наука, 1987. – 240 с.
4. Ленивкин В. А., Дюргеров Н. Г., Сагиров Х. Н. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах. – М. : Машиностроение, 1989. – 264 с.
5. Ерохин А. А. Основы сварки плавлением. – М. : Машиностроение, 1973. – 448 с.
6. Сидоров В. П., Бережко А. В., Комаров Е. Е. Определение вольтова эквивалента анодной мощности по характеристикам плавления электрода // Сварка и контроль – 2005 : матер. докл. 24-й НТК. – Челябинск, 2005. – С. 99–106.